

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-088195

(43)Date of publication of application : 02.04.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/265
G06F 17/50
H01L 21/22
// G06F 17/00

(21)Application number : 06-250187

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 20.09.1994

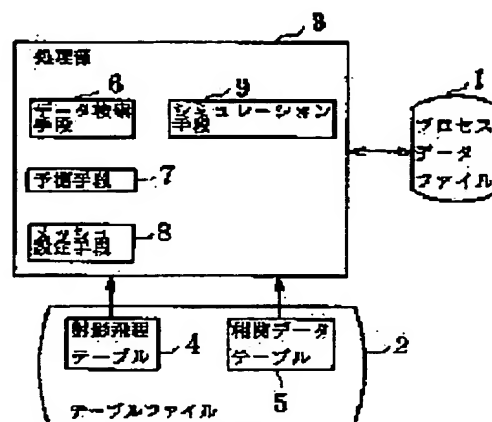
(72)Inventor : AGARI HIDEKI

(54) SEMICONDUCTOR PROCESS SIMULATION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain simulation result of high precision in a short time, by automatically optimizing a mesh in each process.

CONSTITUTION: A data retrieving means 6 retrieves each process and the execution condition of each process in order from a process data file 1. A prediction means 7 predicts concentration distribution of impurities when each process is executed, from each process and the execution condition of each process which have been retrieved. A mesh setting means 8 sets or changes automatically the interval of a mesh, according to the concentration change of the concentration distribution of impurities which has been predicted. A simulation means 9 simulates the impurity distribution in a device by using the set or changed mesh, and performs simulation by the automatically optimized mesh.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-88195

(43)公開日 平成8年(1996)4月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/265				
G 0 6 F 17/50				
H 0 1 L 21/22	Z			
		9191-5H	H 0 1 L 21/ 265 T G 0 6 F 15/ 60 6 3 6 D	
審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平6-250187

(22)出願日 平成6年(1994)9月20日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 上里 英樹

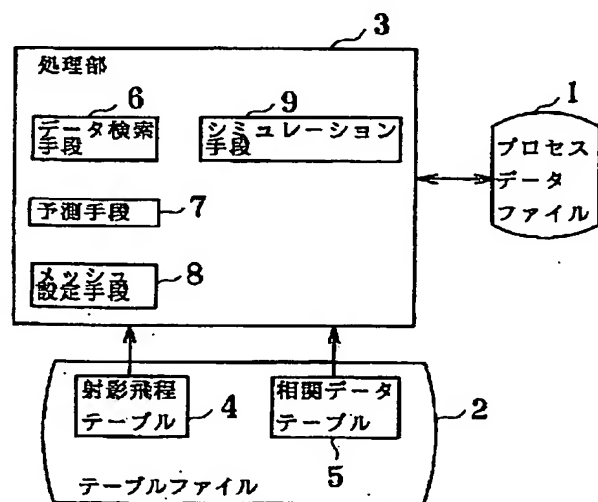
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54)【発明の名称】 半導体プロセスシミュレーション方法

(57)【要約】

【目的】各プロセス毎にメッシュの最適化を自動で行い、短時間で精度の高いシミュレーション結果を得る。

【構成】データ検索手段6はプロセスデータファイル1から各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、予測手段7は検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する。メッシュ設定手段8は予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、シミュレーション手段9は設定又は変更したメッシュを用いて半導体デバイス内部の不純物分布をシミュレートし、自動的に最適化したメッシュでシミュレーションを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 注入、酸化、拡散の各プロセスにおける半導体デバイス内部の不純物分布を 2 次元的にシミュレートする半導体プロセスシミュレーション方法において、半導体のイオン注入プロセス及び拡散プロセス等に関する情報を記憶したプロセスデータファイルを備え、プロセスデータファイルから各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、設定又は変更したメッシュを用いて半導体デバイス内部の不純物分布をシミュレートすることを特徴とする半導体プロセスシミュレーション方法。

【請求項 2】 検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から半導体デバイスの深さ方向のみの 1 次元シミュレーションを行い、1 次元シミュレーションの結果から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する請求項 1 記載の半導体プロセスシミュレーション方法。

【請求項 3】 イオン注入プロセス実行条件をキーに射影飛程及び標準偏差を記憶するテーブルと、拡散プロセス実行条件をキーに濃度分布が予測可能な関連データを記憶するテーブルを備え、検索したプロセスがイオン注入プロセスのときにはイオン注入プロセス実行条件を基に射影飛程等を記憶するテーブルから射影飛程及び標準偏差を求め、求めた射影飛程及び標準偏差からイオン注入プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、検索したプロセスが拡散プロセスのときには拡散プロセス実行条件を基に関連データを記憶するテーブルから関連データを求め、求めた関連データから拡散プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する請求項 1 記載の半導体プロセスシミュレーション方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は半導体プロセスシミュレーション方法、特にイオン注入及び拡散プロセスのシミュレーション時のメッシュの自動設定に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイス開発期間の短縮等のため、半導体プロセスシミュレーションが広く利用されている。半導体プロセスシミュレーションを行うにはシミュレーションモデルの選択及びメッシュの設定等の操作をしなければならない。ところが、必要データの入力漏れ等が生じる場合があり、シミュレーションが正しく行われない場合があった。そこで、特開昭 2-272671 号公報に掲載されたシミュレーションシステムではシステムの基本システムデータとシミュレーションの目的とを入力すると、システムがシミュレーションを行うに際し

て不足するデータを推論して、不足データの入力を要求することにより、必要データの入力漏れを防止している。これにより、システムに対するデータの入力作業の効率化とその正確化を図っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、半導体プロセスシミュレーション結果は、メッシュの設定に仕方により大きく変わる。半導体プロセスシミュレーションの場合メッシュを細かくすると計算時間が膨大になり、メッシュを粗くすると精度が悪くなる。このため、短時間で高精度な半導体プロセスシミュレーションを行うためにはメッシュの設定を入力するだけでなく、適切なメッシュを刻む必要が有る。

【0004】 さらに、メッシュは選択したシミュレーションモデルに合わせて刻む必要が有る。このため、適切なメッシュを刻むには、シミュレーションに関する知識等を必要とし、一般ユーザにとってかなり困難な作業となっていた。

【0005】 この発明はかかる問題点を解消するためになされたものであり、各プロセス毎にメッシュの最適化を自動で行い、短時間で精度の高いシミュレーション結果を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明にかかわる半導体プロセスシミュレーション方法は、半導体のイオン注入及び拡散プロセスに関する情報を記憶したプロセスデータファイルを備え、プロセスデータファイルから各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、設定又は変更したメッシュを用いて半導体デバイス内部の不純物分布をシミュレートする。

【0007】 また、検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から半導体デバイスの深さ方向のみの 1 次元シミュレーションを行い、1 次元シミュレーションの結果から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測すると良い。

【0008】 また、イオン注入プロセス実行条件をキーに射影飛程及び標準偏差を記憶するテーブルと、拡散プロセス実行条件をキーに濃度分布が予測可能な関連データを記憶するテーブルを備え、検索したプロセスがイオン注入プロセスのときにはイオン注入プロセス実行条件を基に射影飛程等を記憶するテーブルから射影飛程及び標準偏差を求め、求めた射影飛程及び標準偏差からイオン注入プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、検索したプロセスが拡散プロセスのときには拡散プロセス実行条件を基に関連データを記憶するテーブルから関連データを求め、求めた関連データから拡散プ

3

プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測しても良い。

【0009】

【作用】この発明においては、プロセスデータファイルから各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する。予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、設定又は変更したメッシュを用いて半導体デバイス内部の不純物分布をシミュレートし、自動的に最適化したメッシュでシミュレーションを行う。

【0010】また、プロセスデータファイルから検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から半導体デバイスの深さ方向のみの1次元シミュレーションを行い、1次元シミュレーションの結果から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、予測した不純物の濃度分布を基に不純物の濃度に比例してシミュレーションの間隔であるメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、正確なシミュレーションを行う。

【0011】また、プロセスデータファイルから検索したプロセスがイオン注入プロセスのときにはイオン注入プロセス実行条件を基に、イオンが入射してから停止するまでの深さを統計的な変動幅を持って表す射影飛程及びその分布の標準偏差を記憶するテーブルから射影飛程及び標準偏差を求め、求めた射影飛程と標準偏差からイオン注入プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する。検索したプロセスが拡散プロセスのときには拡散プロセス実行条件を基に相関データを記憶するテーブルから相関データを求め、求めた相関データから拡散プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、迅速且つ正確なシミュレーションを行う。

【0012】

【実施例】図1はこの発明の半導体プロセスシミュレーション方法を採用した半導体プロセスシミュレータを示す構成図である。図に示すように、半導体プロセスシミュレータはプロセスデータファイル1とテーブルファイル2と処理部3を備える。射プロセスデータファイル1は各プロセス及び各プロセスの実行条件を記憶する。ここで、プロセスには例えばイオン注入プロセス及び拡散プロセスなどが有り、各プロセスの実行条件には例えば注入物、注入エネルギー及び注入角度等のイオン注入プロセス実行条件、拡散時の温度及び雰囲気等の拡散プロセス実行条件が有る。テーブルファイル2は射影飛程テーブル4と相関テーブル5を有する。射影飛程テーブル4はイオン注入プロセス実行条件をキーに射影飛程及び標準偏差を記憶する。相関テーブル5は温度と時間と雰囲気等の拡散プロセス実行条件をキーに濃度分布が予測可能な相関データを記憶する。ここで、射影飛程とはイオンの入射点から停止点までの距離を直線で結び、これを入

4

射点からの垂線に投影した距離、即ち表面からの深さをいう。イオンが入射してから停止するまでの距離は全てのイオンで一定ではなく、途中の格子原子との衝突の仕方により個々のイオンで差異が生じる。また、注入されるイオンの数は非常に多いので、飛程は統計的な変動幅を持つ。飛程が統計的な変動幅を持つ結果、注入されたイオンは半導体基板中で図2の分布図に示すようにガウス分布をする。したがって、射影飛程Rはイオン分布のピーク値を示す深さの値となり、標準偏差でその広がりを予測することができる。

【0013】処理部3はデータ検索手段6、予測手段7、メッシュ設定手段8及びシミュレーション手段9を有する。データ検索手段6はプロセスデータファイル1から各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索する。予測手段7はデータ検索手段6が検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測するものであり、例えばデータ検索手段6が検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件を基に射影飛程テーブル4又は相関テーブル5から射影飛程R及び標準偏差等を読み込み、読み込んだ射影飛程R等から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する。メッシュ設定手段8は予測手段7が予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、プロセスデータファイル1に記憶する。シミュレーション手段9はメッシュ設定手段8がプロセスデータファイル1に記憶したメッシュの間隔等の条件を用いて、半導体デバイス内部の不純物分布の2次元プロセスシミュレーションを実行する。

【0014】上記構成の半導体プロセスシミュレータが、例えばNMOSFETのソース及びドレインを作るプロセスについてシミュレートする場合について図3のフローチャートを参照して説明する。

【0015】シミュレーションの開始が指示されると、データ検索手段6はプロセスデータファイル1から各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、例えば図4の構成図に示すような構成でプロセスデータファイル1に記憶された砒素注入プロセス及び砒素注入プロセスの実行条件を読み込む（ステップS1）。ここで、図中「IMPLANT ARSENIC」は砒素注入プロセスであることを示し、「ENERGY=50」は砒素注入プロセスの実行条件として、注入エネルギーを指定する。「DIFFUSE」は拡散プロセスであることを示し、「TEMP=950」及び「TIME=100」は拡散プロセス実行条件として、温度及び時間を指定する。

【0016】データ検索手段6が砒素検索プロセスを読み込むと、予測手段7は注入物である砒素と砒素注入プロセスの条件をもとに、射影飛程テーブル4から射影飛程R及び標準偏差を読み込み、読み込んだ射影飛程R及び標準偏差を基に、図5の分布図の放物線10で示すよ

10

20

30

40

50

うな深さと濃度の関係を有する濃度分布を求める。なお、放物線10はドレインである砒素の分布を表し、曲線11及び直線12はそれぞれゲートの半導体及びソースの半導体の分布を表す。予測手段7は求めた濃度分布から、図6の断面図に示す用に、例えばポリシリコンの電極13とシリコン酸化膜の絶縁材14とシリコン等の半導体15を有するNMOSFETに矢印16のように砒素が注入されると点線17のように分布することを予測する(ステップS2)。メッシュ設定手段8は予測手段7が予測した濃度分布をもとに、図7の断面図に示すように濃度分布が急激に変化する部分のメッシュの間隔が細くなるようにメッシュを設定し、プロセスデータファイル1に記憶する。すなわち、深さ方向に対しては線Aと線Bの間の領域における濃度変化が急激であるので、メッシュ設定手段8は線Aと線Bの間の領域のメッシュの間隔を細かくする。同様に、線Cと線Dの間の領域における濃度変化が急激であるので、メッシュ設定手段8は線Cと線Dの間の領域のメッシュの間隔を細かくする(ステップS3)。これにより、砒素注入プロセスのシミュレーションに使うメッシュが短時間で自動的に設定される。

【0017】メッシュ設定手段8がメッシュを設定すると、シミュレーション手段9はプロセスデータファイル1に記憶した砒素注入プロセス実行条件で2次元プロセスシミュレーションを行う(ステップS4)。これにより、半導体プロセスシミュレータは最適なメッシュを使い、高い精度で注入プロセスの2次元プロセスシミュレーションを行うことができる。

【0018】次ぎに、拡散プロセスのシミュレーションが終了していないので、データ検索手段6はプロセスデータファイル1から次ぎのプロセスである拡散プロセス及び拡散プロセス実行条件を読み取る(ステップS5、S1)。データ検索手段6が拡散プロセス及び拡散プロセス実行条件を読み込むと、予測手段7は読み込んだ拡散プロセス実行条件をもとに、相関テーブル5から相関データを読み込み、読み込んだ相関データを基に、濃度分布を求める。予測手段7は求めた濃度分布から、図7の断面図に示すように、注入された砒素が点線18のように拡散することを予測する(ステップS2)。メッシュ設定手段8は予測した濃度分布をもとに、濃度分布が急激に変化する部分のメッシュの間隔が細くなるようにメッシュを設定し、プロセスデータファイル1に記憶する(ステップS3)。シミュレーション手段9はプロセスデータファイル1に記憶した拡散プロセス実行条件で拡散プロセスの2次元プロセスシミュレーションを行う(ステップS4)。シミュレーションが終了して、次ぎのプロセスがプロセスデータファイル1に記憶されていないと処理を終了する(ステップS5)。

【0019】なお、上記実施例では拡散プロセスの濃度分布を相関テーブル5を読み込んで予測したが、1次元

プロセスシミュレータを使い実際にシミュレーションをして予測しても良い。

【0020】また、上記実施例ではイオン注入プロセス及び拡散プロセスについて説明したが、酸化プロセスに対して用いても良い。

【0021】

【発明の効果】この発明は以上説明したように、プロセスデータファイルから各プロセス及び各プロセスの実行条件を順に検索し、検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、予測した不純物の濃度分布の濃度変化に応じてメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、設定又は変更したメッシュを用いて半導体デバイス内部の不純物分布をシミュレートし、自動的に最適化したメッシュでシミュレーションを行う。

【0022】また、プロセスデータファイルから検索した各プロセス及び各プロセスの実行条件から半導体デバイスの深さ方向のみの1次元シミュレーションを行い、1次元シミュレーションの結果から各プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、予測した不純物の濃度分布を基に不純物の濃度に比例してシミュレーションの間隔であるメッシュの間隔を自動的に設定又は変更し、正確なシミュレーションを行う。

【0023】また、プロセスデータファイルから検索したプロセスがイオン注入プロセスのときにはイオン注入プロセス実行条件を基に射影飛程等を記憶するテーブルから射影飛程及び標準偏差を求め、求めた射影飛程及び標準偏差からイオン注入プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測する。射影飛程はイオンが入射してから停止するまでの深さを統計的な変動幅を持って表し、標準偏差はその分布の標準偏差を表すので、射影飛程と標準偏差から不純物の濃度分布を予測でき、迅速且つ正確なシミュレーションを行うことができる。検索したプロセスが拡散プロセスのときには温度と時間と雰囲気拡散プロセス実行条件を基に相関データを記憶するテーブルから相関データを求め、求めた相関データから拡散プロセスが実行されたときの不純物の濃度分布を予測し、迅速且つ正確なシミュレーションを行う。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す構成図である。

【図2】基板表面からの距離と不純物濃度の関係を表す分布図である。

【図3】メッシュを自動的に設定する場合の動作を示すフローチャートである。

【図4】プロセスデータファイルの記憶構成図である。

【図5】砒素の濃度分布を示す分布図である。

【図6】NMOSFETの断面図である。

【図7】メッシュをかけた場合のNMOSFETの断面図である。

【符号の説明】

(5)

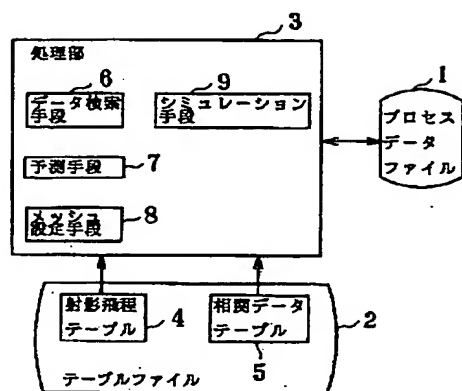
特開平8-88195

- 7
1 プロセスデータファイル
4 射影飛程テーブル
5 相関データテーブル
6 データ検索手段

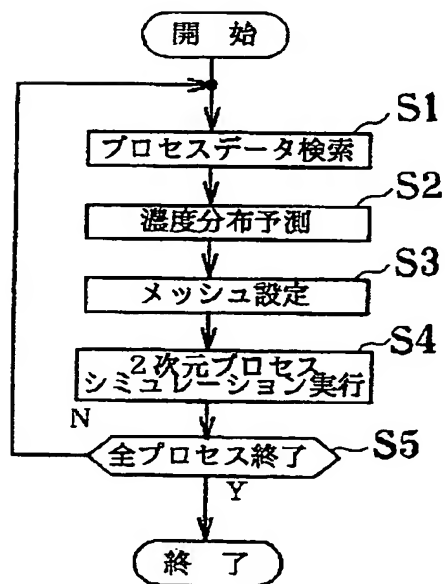
- 8
* 7 予測手段
8 メッシュ設定手段
9 シミュレーション手段

*

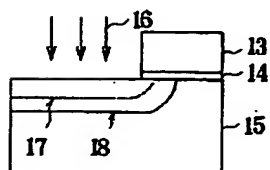
【図1】



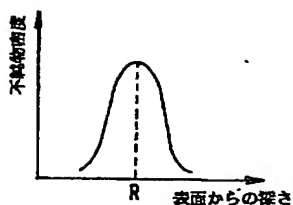
【図3】



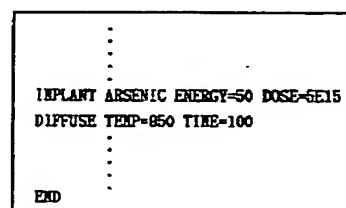
【図6】



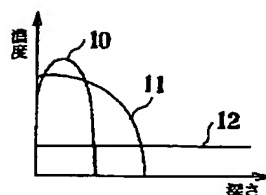
【図2】



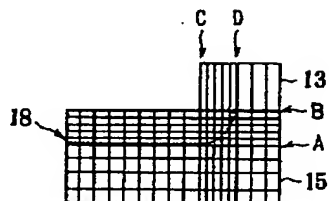
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
// G 0 6 F 17/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9069-5 L

G 0 6 F 15/20

D